

=> e de3546606/pn

E1	1	DE3546604/PN
E2	1	DE3546605/PN
E3	1 -->	DE3546606/PN
E4	1	DE3546607/PN
E5	1	DE3546608/PN
E6	1	DE3546610/PN
E7	1	DE3546611/PN
E8	1	DE3546613/PN
E9	1	DE3546614/PN
E10	1	DE3546615/PN
E11	1	DE3546616/PN
E12	1	DE3546617/PN

=> s e3

L1 1 DE3546606/PN

=> d l1 ibib,ab

L1 ANSWER 1 OF 1 WPINDEX COPYRIGHT 2003 THOMSON DERWENT on STN

ACCESSION NUMBER: 1987-073645 [11] WPINDEX

DOC. NO. NON-CPI: N1987-055820

TITLE: Resistance braking appts. especially for hand operated electric

tool - changes motor over to generator operation with resistance connected to motor terminals.

DERWENT CLASS: P63 V06 X25

PATENT ASSIGNEE(S): (SCHR-I) SCHROCKER R

COUNTRY COUNT: 1

PATENT INFORMATION:

PATENT NO	KIND	DATE	WEEK	LA	PG
DE 3539841	A	19870312	(198711)*		16
DE 3546606	A	19871217	(198751)		9 <--
DE 3539841	C	19900301	(199009)		
DE 3546606	C	19900322	(199012)		<--

APPLICATION DETAILS:

PATENT NO	KIND	APPLICATION	DATE
DE 3539841	A	DE 1985-3539841	19851109
DE 3546606	A	DE 1985-3546606	19851109

PRIORITY APPLN. INFO: DE 1985-3531503 19850904; DE 1985-3539841 19851109; DE 1985-3546606 19851109

AB DE 3539841 A UPAB: 19930922

A resistance brake circuit (12) having two connections (31,32) is included in the arrangement. After use as a motor the electrical machine is connected by its two terminals (31,32) to the current supply lines by means of a change-over system (5).

The resistance brake circuit (12) has, between its connection terminals, a resistance value rising or falling instantaneously with the rising or falling EMF of the motor working as a generator when braking. The resistance element (34) can be of a bipolar transistor.

USE/ADVANTAGE - Electric power tool with universal motor. Despite smooth breaking gives a sufficiently quick stop, avoiding excessive sparking.

1/7

⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 35 46 606 C 2

⑤ Int. Cl. 5:
H 02 P 3/12
B 27 G 19/00

⑳ Aktenzeichen: P 35 46 606.5-32
㉑ Anmeldetag: 9. 11. 85
㉒ Offenlegungstag: 12. 3. 87
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 22. 3. 90

DE 35 46 606 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③④ Innere Priorität: ③② ③③ ③①
04.09.85 DE 35 31 503.2

⑦③ Patentinhaber:
Schröcker, Rainer, Dipl.-Ing., 7250 Leonberg, DE

⑦④ Vertreter:
Rüger, R., Dr.-Ing.; Barthelt, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 7300 Esslingen

⑥② Teil aus: P 35 39 841.8

⑦② Erfinder:
gleich Patentinhaber

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE-OS 26 51 905

⑤④ Widerstandsbremseinrichtung

DE 35 46 606 C 2

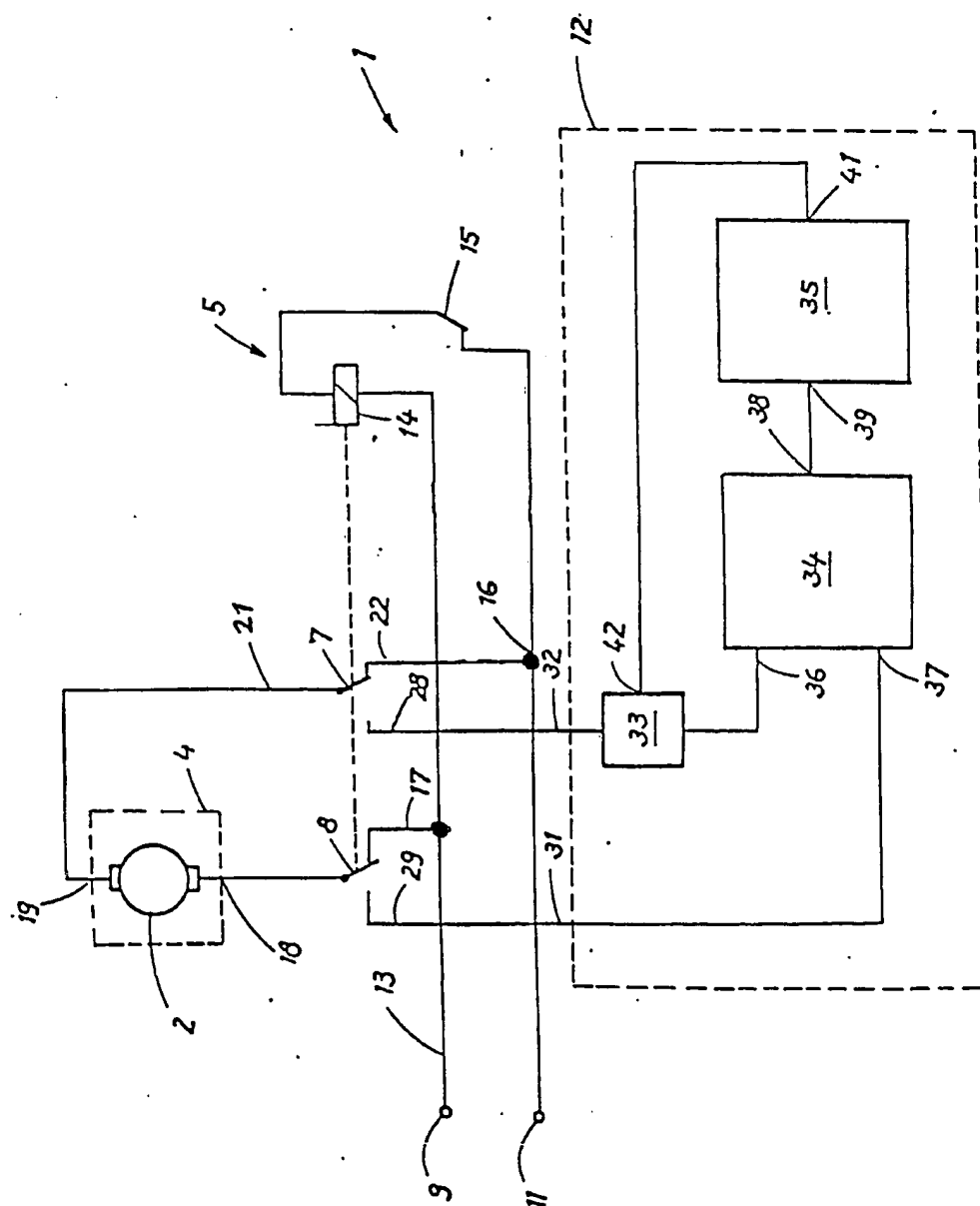


Fig. 1

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einer Widerstandsbremseinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Aus der DE-OS 26 51 905 ist eine Schaltungsanordnung bekannt, um einen Elektroschrauber abzubremsen, der einen eisenfreien Anker und ein durch einen Permanentmagneten erregtes Feld aufweist. Das Bremsen geschieht mit Hilfe eines Bremstransistors, der zusammen mit einem in seine Emittierzuleitung liegenden Widerstand zu dem Motor parallelgeschaltet ist. Angesteuert wird der Bremstransistor durch einen in Darlingtong-Schaltung angeschlossenen Steuertransistor, dessen Basis mit einer Z-Diode verbunden ist, deren anderer Anschluß an das kalte Ende des in der Emittierzuleitung des Bremstransistors liegenden Widerstandes angeschlossen ist. Der notwendige Diodenstrom wird mit Hilfe eines Vorwiderstandes erzeugt, in den die vom Motor beim Bremsen abgegebene EMK eingespeist wird. Mit dieser Schaltung soll ein möglichst konstanter Bremsstrom erzeugt werden, um ohne Überlastung des Kollektors des Motors den Anker schnell abzubremsen.

Da die Versorgungsspannung der gesamten Schaltung die EMK des gebremsten Motors ist, ändert sich der Betrag der Versorgungsspannung während des Bremsbetriebes erheblich. Er geht von der Leerlaufspannung des Motors bei Nenndrehzahl auf null zurück. Als Folge hiervon ändert sich dementsprechend der Strom durch den Vorwiderstand für die Z-Diode und die Basis des Steuertransistors erheblich, und folglich sinkt mit sinkender Versorgungsspannung der Steuerstrom für den Transistor und der Spannungsabfall an der Z-Diode. Auf der anderen Seite fällt am Vorwiderstand und der Zenerdiode zu Beginn der Bremsung oder bei Motorbetrieb die volle Ankerspannung ab. Mit Rücksicht auf die Verlustleistung und die Leistung der Zenerdiode muß der Vorwiderstand deshalb ziemlich groß gewählt werden. Damit ergibt sich aber auch ein erheblicher Spannungsabfall bereits aufgrund des Steuerstroms für den Transistor. Die Regelung setzt damit praktisch dann aus, wenn die Ankerspannung die Zenerspannung zuzüglich des Spannungsabfalls an dem Vorwiderstand unterschreitet. Damit wird aber in einem Drehzahlbereich, in dem eigentlich noch der volle Bremsstrom möglich wäre (da die Ankerspannung größer als die Zenerspannung und damit größer als die bei vollem Bremsstrom am Strommeßwiderstand abfallende Spannung ist), die Bremswirkung stark vermindert. Soweit mit dieser Schaltungsanordnung Schrauber betrieben werden, ist das vom Ideal abweichende Bremsverhalten unkritisch, denn es geht hierbei nur darum, nach dem Erreichen des gewünschten Anzugswertes beim Schrauber möglichst viel der noch im Anker steckenden kinetischen Energie in Wärme umzusetzen und nicht mit der restlichen mechanischen Energie die Schraube weiter anzuziehen. Wenn der Ausfall der Bremsregelung bei sehr niedrigen Drehzahlen auftritt, ist dies unkritisch, weil dann fast keine kinetische Energie mehr im Anker steckt.

Wenn hingegen Werkzeuge wie Handkreissägen, Hobel, Schleifmaschinen u.dgl. mit der bekannten Schaltung abgebremst werden, ist der Ausfall der Bremswirkung auch dann äußerst unerwünscht, wenn er bei sehr niedrigen Drehzahlen auftritt. Auch die niedrigen Drehzahlen bergen die Gefahr einer Verletzung in sich, und es muß deswegen angestrebt werden, das Werkzeug möglichst über den gesamten Drehzahlbereich wirksam elektrisch zu bremsen. Insbesondere im unteren Dreh-

zahlbereich ist eine wirksame elektrische Bremsung erforderlich, weil hier die Bremswirkung durch den Lüfter nahezu ausgefallen ist, während im oberen Drehzahlbereich die Bremsung des Ankers noch durch den Lüfter unterstützt wird.

Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, eine aus der EMK des zu bremsenden Motors mit Strom versorgte Widerstandsbremseinrichtung zu schaffen, die auch bei niedrigen Ankerdrehzahlen noch eine wirksame Bremsung gewährleistet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Widerstandsbremseinrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruches gelöst.

Infolge der Verwendung eines Feldeffekttransistors als Bremstransistor wird zum Steuern des Transistors praktisch kein Nennsteuerstrom benötigt. Es ist deswegen leicht möglich, den Bremstransistor im leitenden Zustand zu halten, wenn die EMK des gebremsten Motors bereits weit abgesackt ist.

Eine besonders einfache Schaltung enthält als Bremstransistor einen selbstleitenden Feldeffekttransistor, der zusammen mit dem Widerstand als Konstantstromquelle geschaltet ist.

Wenn ein zeitabhängig überproportionaler Bremsstromanstieg gewünscht ist, um beispielsweise eine progressive Bremswirkung zu erzielen, kann die Steuerung eine Konstantspannungsquelle sowie eine weitere Spannungsquelle enthalten, die an Ausgangsspannung wenigstens in einem Bereich seit dem Einschalten des Bremsbetriebes mit der seit dem Einschalten vergangenen Zeit ansteigt, wobei dann die betragsmäßig jeweils größere Spannung dem Steuereingang des Widerstandselementes zugeführt wird.

Im übrigen sind Weiterbildungen der Widerstandsbremseinrichtung Gegenstand von Unteransprüchen.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele des Gegenstandes der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 das Blockschaltbild einer Widerstandsbremseinrichtung gemäß der Erfindung,

Fig. 2 eine Widerstandsbremseinrichtung gemäß der Erfindung unter Verwendung zweier selbstsperrender MOS-FET,

Fig. 3 eine Widerstandsbremseinrichtung gemäß der Erfindung unter Verwendung eines selbstleitenden Feldeffekttransistors und

Fig. 4 eine Widerstandsbremseinrichtung gemäß der Erfindung mit progressivem Anstieg des Bremsstromes.

Fig. 1 zeigt eine Widerstandsbremseinrichtung 1 für einen einen Anker 2 aufweisenden Motor 4, dessen Feld durch einen Permanentmagneten erregt ist. Derartige Motoren 4 werden zum Antrieb von handgeführten Elektrowerkzeugen wie Kreissägen, Bohrmaschinen, Hobeln, Fräsen, Winkelschleifern, Bandschleifern u.dgl. eingesetzt. Mittels einer durch ein Relais 5 mit zwei Umschaltern 7 und 8 verwirklichten Umschalteneinrichtung der Widerstandsbremseinrichtung 1 ist der Motor 4 teilweise mit zwei Stromanschlußklemmen 9 und 11 oder einem Widerstandsbremskreis 12 verbindbar. Fig. 1 zeigt die in ihrer Arbeitsstellung befindlichen Umschaltkontakte 7 und 8, durch die der Motor 4 an die Stromanschlußklemmen 9 und 11 angeschlossen ist.

Im einzelnen sieht die Verschaltung folgendermaßen aus:

Von der Stromanschlußklemme 9 führt eine Verbindungsleitung 13 zu einem Anschluß einer Magnetwicklung 14 des Relais 5, während der andere Anschluß der Magnetwicklung 14 über einen als Arbeitskontakt ausgebildeten Netzschalter 15 sowie eine davon wegfüh-

rende Anschlußleitung 16 mit der anderen Stromanschlußklemme 11 verbunden ist. Sobald der Netzschalter 15, wie gezeigt, geschlossen ist, zieht das Relais 5 an und bringt die Umschalter 7 und 8 in die der Arbeitsstellung entsprechende Lage. In dieser Stellung des Relais 5 steht die Verbindungsleitung 13 über einen Arbeitskontakt 17 des Umschalters 8 mit einem Anschluß 18 des Ankers 2 in Verbindung. Der andere Anschluß 19 des Ankers 2 führt über eine Verbindungsleitung 21 und einen Arbeitskontakt 22 des Umschalters 7 zu der Anschlußleitung 16.

Die beiden Umschalter 7 und 8 verfügen noch je über einen Ruhekontakt 28 und 29, die mit Anschlüssen 31 und 32 des Widerstandsbremskreises 12 in Verbindung stehen.

Der Widerstandsbremskreis 12 besteht aus einem Stromfühler 33, einem steuerbarem Widerstandselement 34 sowie einem Stellkreis 35. Hierbei liegt das Widerstandselement 34 mit seinen Leitungsanschlüssen 36 und 37 in Serie zu dem Stromfühler 33, wobei diese Serienschaltung, wie gezeigt, mit den Anschlüssen 31 und 32 verbunden ist. Ein Steueranschluß 38 des Widerstandselementes 34 liegt an einem Ausgang 39 des Stellkreises 35, der an seinem Eingang 41 über einen Ausgang 42 des Stromfühlers gesteuert wird. Ersichtlicherweise ergibt sich hierdurch eine geschlossene Regelschleife.

Die insoweit beschriebene Schaltung arbeitet folgendermaßen:

Wenn nach dem Anlegen der Netzspannung an die Klemmen 9 und 11 der Netzschalter 15 in die Arbeitsstellung gebracht wird, fließt ein Strom durch die Magnetwicklung 14 des Relais 5, das daraufhin die Umschaltkontakte 7 und 8 in die Arbeitsstellung überführt. Hierdurch wird der Motor 4 in den Motorbetrieb geschaltet, wobei der Strompfad von der Netzanschlußklemme 9 zu dem Anschluß 18 des Ankers 2, von dort über den Anschluß 19 zu der Stromanschlußklemme 14 führt. Der Motor 4 läuft damit in dem für den jeweiligen Antriebszweck richtigen Drehsinn.

Bei Beendigung des Motorbetriebes wird der Netzschalter 15 losgelassen und kehrt in seine Ruhestellung zurück, die die Umschalteinrichtung in Gestalt des Relais 5 auch in die Ruhestellung zurückkehren läßt, da der Relaisstrom über den Netzschalter 15 abgeschaltet wird. Die Umschalter 7 und 8 klappen hierdurch in die Ruhestellung um, d.h. die andere der in Fig. 1 gezeigten Stellung. Hierdurch wird der Widerstandsbremskreis an den Motor 4 angeschlossen. Die Anschlüsse 18 und 19 liegen über dem Stromfühler 33 an den Leistungsanschlüssen 36 und 37 des Widerstandselementes 34.

Der Widerstandsbremskreis 12 weist zwischen seinen Anschlüssen 31 und 32 einen veränderlichen Widerstandswert auf, und zwar in dem Sinne, daß der Quotient aus dem Momentanwert der Spannung an den Anschlüssen 31 und 32 und dem zu dem Momentanwert gehörenden und durch die Anschlüsse 31 und 32 fließenden Strom mit abnehmender Spannung an den Anschlüssen 31 und 32 ebenfalls abnimmt. Ein solches Verhalten tritt beispielsweise auf, wenn der Stromfühler 33 zusammen mit dem Stellkreis 35 das Widerstandselement 34 so steuert, daß unabhängig von dem jeweiligen Augenblickswert der Spannung zwischen den Anschlüssen 31 und 32 der durch das Widerstandselement 34 bzw. die Anschlüsse 31 und 32 fließende Strom nahezu konstant gehalten wird.

Die kinetische Energie des Motors 4 bzw. auch des damit gekuppelten Werkzeugs wird folglich relativ

rasch in den ohmschen Widerständen der Anordnung, im wesentlichen in dem Widerstandselement 34, in Wärme umgesetzt.

Der Bremsseinsatz geht so verhältnismäßig sanft, wobei auch bei maximaler Ankerspannung der größte über den Anker 2 fließende Strom durch den Widerstandsbremskreis 12 auf Werten gehalten wird, die ein übermäßiges Bürstenfeuer verhindern.

Mit abnehmender Ankerdrehzahl und damit zurückgehender EMK sinkt auch wiederum der ohmsche Widerstand zwischen den Anschlüssen 31 und 32, wodurch auch bei niedrigen Ankerdrehzahlen und kleiner EMK ein befriedigender Bremsbetrieb erreicht wird.

In Fig. 2 ist ein detailliertes Schaltbild des Widerstandsbremskreises 12 dargestellt, wobei aus Fig. 1 bereits bekannte Bauelemente und Schaltpunkte mit denselben Bezugszeichen belegt sind.

Das Widerstandselement 34 ist hierbei ein selbstsperrender Leistungs-MOS-FET, dessen Drainanschluß an der positiven Anschlußklemme 31 liegt, während der Source-Anschluß mit dem als Stromfühler dienenden Widerstand 33 verbunden ist. Die an dem Meßwiderstand 33 abfallende Spannung liegt an der Gate-Source-Strecke eines weiteren selbstsperrenden MOS-FET 63, dessen Source-Elektrode mit der Stromanschlußklemme 32 verbunden ist und dessen Drainelektrode an das Gate des MOS-FET 34 angeschlossen ist. Ein weiterer Arbeitswiderstand 64 führt von der Drainelektrode des MOS-FET 63 zu der Stromanschlußklemme 31.

Vor Beginn des Bremsbetriebes sind beide MOS-FET 34 und 63 gesperrt. Sobald der Bremsbetrieb einschaltet, steigt die Spannung an dem Gate des MCS-FET 34, da das Gate über den Widerstand 64 mit der Drainelektrode verbunden ist. Der MCS-FET 34 wird hierdurch leitend, und es beginnt ein Bremsstrom durch den MOS-FET 34 und den Meßwiderstand 33 zu fließen. Hierdurch wird auch das Gate des MOS-FET 63 leitend, sobald dessen Schwellenspannung erreicht ist, der daraufhin infolge eines entsprechenden Drain-Source-Stroms den Spannungsabfall an dem Widerstand 64 vergrößert. Die Gate-Spannung an dem MOS-FET 34 wird deshalb von dem Spannungsteilverhältnis zwischen dem Widerstand 64 und dem MOS-FET 63 bestimmt. Steigt der Strom durch den Meßwiderstand 33, dann verringert sich die Drain-Spannung an dem MOS-FET 63, was dazu führt, daß auch der MOS-FET 34 zugesteuert wird. Umgekehrt führt eine Verringerung des Stroms durch den Meßwiderstand 33 zu einer Verringerung des Drain-Stroms des MOS-FET 63 und damit zu einer Erhöhung der Gate-Spannung für den MOS-FET 34. Die Schaltung nach Fig. 2 arbeitet deshalb zwischen den Anschlüssen 31 und 32 wie eine Konstantstromquelle, was aber auch die oben erwähnte gewünschte Widerstandskennlinie ergibt.

Der Widerstand 62 könnte auch entfallen. Zweckmäßigerweise wird er jedoch dennoch vorgesehen, um einen Teil des Bremsstromes an dem Leistungs-MOS-FET 34 vorbeizuleiten, um so die Verlustleistung für diesen kleiner zu halten. Dadurch, daß der Widerstand 62 auch an den Widerstand 33, wie gezeigt, angeschlossen ist, wird auch dessen Strom mit in die Regelung einbezogen.

Die in Fig. 2 aus den beiden selbstsperrenden MOS-FET 34 und 63 aufgebaute Konstantstromquelle läßt sich, wie Fig. 3 zeigt, auch mittels eines selbstleitenden Sperrschicht-FET 34 verwirklichen, der hierbei als steuerbares Widerstandselement dient. Das Gate des Sperrschicht-FET 34 nach Fig. 3 liegt deshalb bei dem gezeig-

ten Leistungstyp für den Sperrschicht-FET unmittelbar an, zu der auch die Source-Elektrode des Feldeffekttransistors 34 über einen Gegenkopplungswiderstand 65 hingeführt ist. Der Drain-Anschluß des Sperrschicht-FET 34 ist unmittelbar mit der Stromanschlußklemme 32 verbunden. Da der Feldeffekttransistor 34 vom selbstleitenden Typ ist, startet die Schaltung ohne weiteres beim Einspeisen einer Spannung in die Anschlüsse 31 und 32. Im übrigen ist die Charakteristik ähnlich wie die bei der Schaltung nach Fig. 2.

Eine Schaltungsvariante für einen progressiv arbeitenden Widerstandsbremskreis 12 ist in Fig. 4 dargestellt.

Der Widerstandsbremskreis 12 nach Fig. 4 enthält als Widerstandsbremselement einen selbstsperrenden MOS-FET 34, dessen Source-Elektrode über einen Widerstand 33 mit dem Anschluß 32 verbunden ist. Der Drainanschluß liegt an der Eingangsklemme 31. Zum Zwecke der Übernahme eines Teils der elektrischen Leistung von dem MOS-FET 34 ist, wie vorher, der Parallelwiderstand 62 vorgesehen, der zu der Drain-Source-Strecke parallelgeschaltet ist.

Der Stellkreis 35 enthält eine Konstantspannungsquelle, gebildet aus einem Widerstand 66 sowie einer damit in Serie liegenden Z-Diode 67, an der eine aus der Generatorspannung erzeugte konstante Spannung abfällt. Die Serienschaltung aus dem Widerstand 66 und der Z-Diode 67 liegt hierzu mit entsprechender Polarität ebenfalls an den Anschlüssen 31 und 32, und zwar bei der gewählten Polarität der Elemente so, daß die Anode der Z-Diode 67 mit dem Anschluß 32 verbunden ist. Die Konstanz der an der Z-Diode 67 abfallenden Spannung kann erhöht werden, wenn der Festwiderstand 66 durch eine daneben angedeutete Konstantstromquelle 68 ersetzt wird.

Die an der Z-Diode 67 abfallende konstante Spannung wird über eine entsprechend gepolte Diode dem Steueranschluß 38 des Widerstandselementes, d.h. dem Gate des MOS-FET 34, zugeführt.

Die Diode 69 dient dazu, die von der Z-Diode 67 erzeugte Konstantspannung gegenüber einer variablen Spannung abzukoppeln, die dem Gate 38 unmittelbar zugeführt wird. Diese zeitabhängige variable Spannung wird durch Integration eines Konstantstroms mittels eines Kondensators 71 erzeugt. Der Kondensator 71 liegt zwischen dem Gate 38 und dem Anschluß 32, d.h. parallel zu der über die Diode 69 eingespeisten Spannung der Z-Diode 67.

Die Erzeugung des Konstantstromes geschieht mit Hilfe eines selbstleitenden MOS-FET 72, dessen Drain-Elektrode am Anschluß 31 liegt und dessen Source-Elektrode über einen Gegenkopplungswiderstand 73 an dem Gate 38 angeschlossen ist. Das Gate des MOS-FET 72 liegt unmittelbar am Fußpunkt des Gegenkopplungswiderstandes 73, d.h. am Gate 38 des MOS-FET 34.

Nachdem, wie vorher beschrieben, der Motor in den Bremsbetrieb umgeschaltet wurde, wird die hierbei entstehende Generatorspannung auch über den Widerstand 66 und die Diode 69 dem Gate des MOS-FET 34 zugeführt, der entsprechend aufgesteuert wird. Die so erzeugte Vorspannung wird allerdings durch die Z-Diode 67 begrenzt, die auf diese Weise die Anfangsspannung des Kondensators 71 festlegt. Im weiteren Betrieb wird der Kondensator 71 nun über die Konstantstromquelle gebildet aus dem selbstleitenden MOS-FET 72 und dem Gegenkopplungswiderstand 73, mit einem konstanten Strom allmählich weiter aufgeladen, wodurch in zunehmendem Maße der MOS-FET 34 aufge-

steuert, d.h. niederohmiger wird. Eine Zunahme des Bremsstroms und folglich auch eine Zunahme der Bremswirkung ist die Konsequenz. Infolge der Diode 69 wird nämlich dem Gate des MOS-FET 34 nur die höhere der beiden Spannungen zugeführt. Der Widerstand 66 und die Z-Diode 67 sorgen dafür, daß der Kondensator 71 unmittelbar nach Bremsbeginn sehr rasch auf eine Anfangsspannung aufgeladen wird, von der, ausgehend mit größerer Zeitkonstante entsprechend dem Lade-
strom, die Steuerspannung für den MOS-FET 34 weiter erhöht wird.

Durch Variation des Widerstandes 73 kann in bekannter Weise der mit dem MOS-FET 72 erzeugte Konstantstrom verändert werden.

Der Vorwiderstand 33 hat bei dieser Schaltung stabilisierende Wirkung und vermindert Einflüsse von Exemplarstreuungen des MOS-FET 34 auf die Schaltung.

Patentansprüche

1. Widerstandsbremseinrichtung für einen Kommutatormotor, insbesondere zum Antrieb von handgeführten Elektrowerkzeugen wie Kreissägen, Bohrmaschinen, Hobel, Fräsen, Schleifmaschinen u.dgl., der ein durch einen Permanentmagneten erzeugtes Feld sowie zwei Stromanschlüsse aufweist, über die dem Motor im Motorbetrieb Strom zuzuführen ist, und mit einer aus einem Bremstransistor sowie einem Widerstand gebildeten Serienschaltung, die zu den beiden Stromanschlüssen parallel liegt, sowie mit einer an den Widerstand und den Bremstransistor angeschlossenen Regelschaltung, die im Bremsbetrieb über die Stromanschlüsse des Motors mit Strom versorgt wird und den Bremstransistor im Sinne eines Konstanthaltens des durch ihn fließenden Stromes steuert, dadurch gekennzeichnet, daß der Bremstransistor (34) ein Feldeffekttransistor ist.
2. Widerstandsbremseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bremstransistor (34) ein selbstleitender Feldeffekttransistor ist, der zusammen mit dem in seiner Sourcezuleitung liegenden Widerstand (65) als Konstantstromquelle geschaltet ist und die Regelschaltung bildet.
3. Widerstandsbremseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bremstransistor (34) ein selbstsperrender MOS-FET ist, in dessen Sourcezuleitung der Widerstand (33) liegt, daß die Regelschaltung (35) ein einstufiger in Emitter- oder Sourceschaltung betriebener Transistorverstärker ist, wobei das Gate (38) des Bremstransistors (34) mit der Kollektor- bzw. Drainelektrode des Transistorverstärkers (35) verbunden ist, und daß zu dem in der Sourcezuleitung des Bremstransistors (34) liegenden Widerstand (33) die Basis-Emitter- bzw. Gate-Source-Strecke des Transistorverstärkers parallel liegt.
4. Widerstandsbremseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Transistorverstärker (35) lediglich einen selbstsperrenden MOS-FET enthält.
5. Widerstandsbremseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelschaltung (35) eine aus dem Bremsbetrieb erzeugte Generatorspannung gespeiste Konstantspannungsquelle (66, 68, 67) sowie eine weitere ebenso gespeiste Spannungsquelle (71, 72) aufweist, deren Ausgangsspannung wenigstens in einem Bereich seit

dem Einschalten des Bremsbetriebes mit der seit dem Einschalten vergangenen Zeit ansteigt, und daß die betragsmäßig jeweils größere Spannung als Sollspannung verwendet wird.

6. Widerstandsbremseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Bremstransistor (34) durch einen Widerstand (62) überbrückt ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

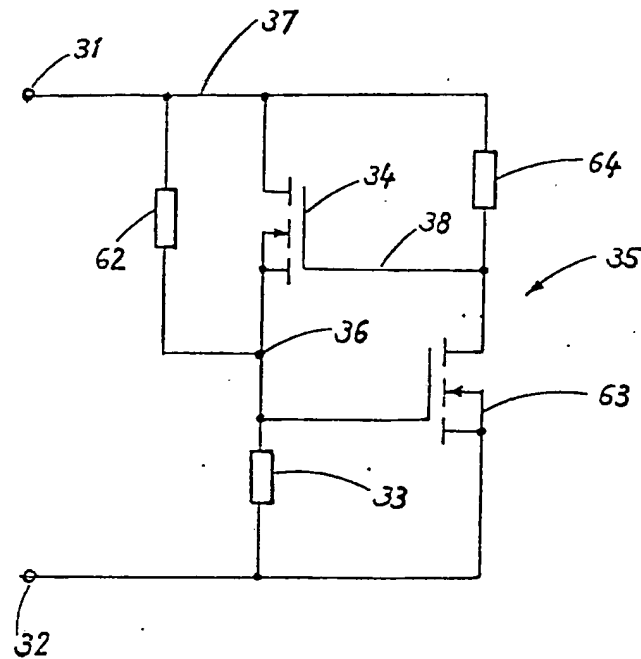


Fig. 2

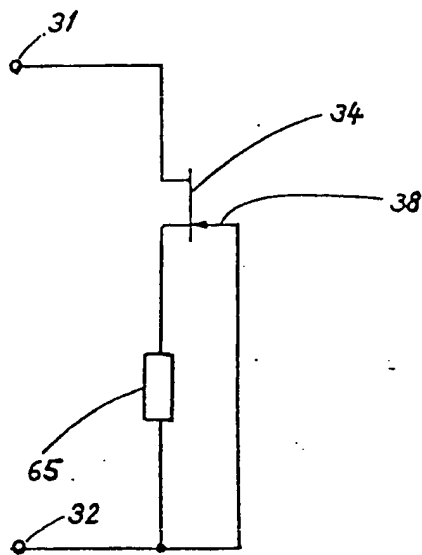


Fig. 3

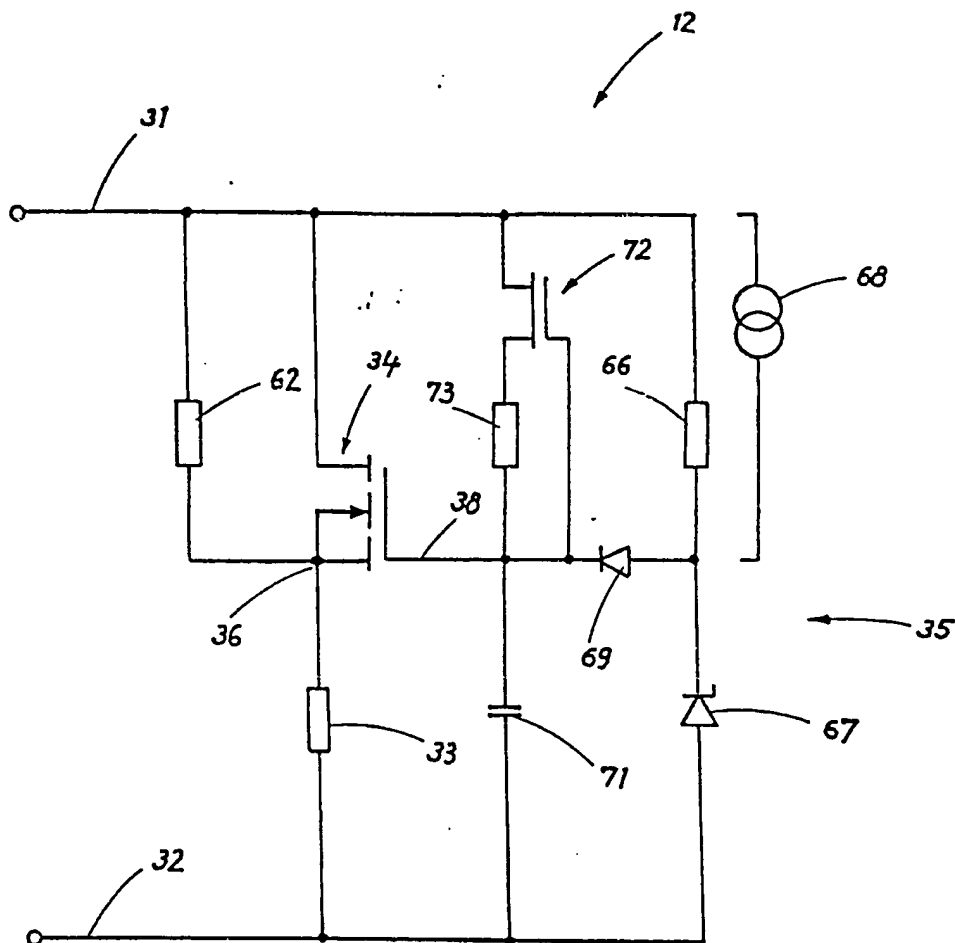


Fig. 4